

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-219400

(43)Date of publication of application : 14.08.2001

(51)Int.Cl. B81C 1/00
B01J 19/00
G23C 26/00

(21)Application number : 2000-032283

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 09.02.2000

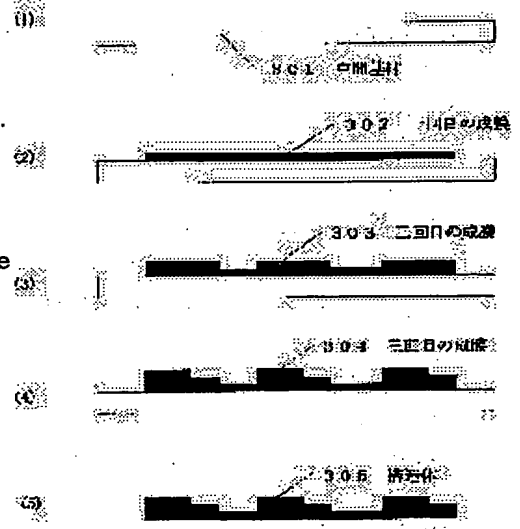
(72)Inventor : USUI TAKAHIRO

(54) FORMING METHOD OF STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a structure of various materials in a small wall thickness, in a complicated fine shape and a simple method.

SOLUTION: First filming 302 is carried out on an intermediate base material 301. Blowout of aerosol from a nozzle is continuously carried out. Second filming 303 is carried out. Blowout of aerosol from the nozzle is intermittent. A filmed part and a not-filmed part are made and a stepped shape is made. Third filming 304 is carried out. Blowout of aerosol is controlled so that it is carried out on a part of the second filmed part. The intermediate base material 301 is removed. A stepped structure 305 is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The process which creates the particle of the ingredient of the structure at least, the process which aerosol-izes said particle in carrier gas, and process which sprays said aerosol on a middle base material, The formation approach of the structure characterized by including the process which removes said middle base material.

[Claim 2] The ingredient of said structure is the formation approach of the structure according to claim 1 characterized by being the ceramics.

[Claim 3] Said ceramics is the formation approach of the structure according to claim 2 characterized by being an alumina.

[Claim 4] The ingredient of said ceramics is the formation approach of the structure according to claim 2 characterized by being a zirconia.

[Claim 5] The ingredient of said structure is the formation approach of the structure according to claim 1 characterized by being a metal.

[Claim 6] Said metal is the formation approach of the structure according to claim 5 characterized by being copper.

[Claim 7] Said metal is the formation approach of the structure according to claim 5 characterized by being gold.

[Claim 8] The formation approach of the structure according to claim 1 characterized by said carrier gas being helium.

[Claim 9] The formation approach of the structure according to claim 1 characterized by said carrier gas being nitrogen.

[Claim 10] The formation approach of the structure according to claim 1 characterized by said carrier gas being air.

[Claim 11] Said aerosol-ization is the formation approach of the structure according to claim 1 characterized by carrying out by giving vibration to the particle of the ingredient of the structure in a container, and making it float in carrier gas.

[Claim 12] The process which sprays said aerosol on a substrate is the formation approach of the structure according to claim 1 characterized by carrying out by making the ambient pressure force of a substrate lower than the pressure of carrier gas.

[Claim 13] The formation approach of the structure according to claim 12 characterized by making the ambient pressure force of said substrate below into ordinary pressure.

[Claim 14] The formation approach of the structure according to claim 12 characterized by carrying out the pressure of said carrier gas to more than ordinary pressure.

[Claim 15] The formation approach of the structure according to claim 1 characterized by consisting of an ingredient which said middle base material may dissolve with a chemical.

[Claim 16] The formation approach of the structure according to claim 15 characterized by said chemical being a solvent.

[Claim 17] The formation approach of the structure according to claim 1 characterized by said middle base material being the organic substance.

[Claim 18] The formation approach of the structure according to claim 15 characterized by said chemical being an acid.

[Claim 19] The formation approach of the structure according to claim 1 characterized by said middle base material being a metal.

[Claim 20] The process which removes said middle base material is the formation approach of the structure according to claim 1 characterized by removing by dissolving a middle base material with a chemical.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the formation approach of the structure.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, various approaches are carried out to the technique which forms various configurations and the structure of an ingredient. Also in it, thickness is thin and development is made for the technique which forms the structure of a detailed and complicated configuration aiming at application of a micro machine, an optical device, etc. In machining of grinding, cutting, etc., processing of a detailed configuration is difficult and stress joins a work material at the time of processing. Consequently, a work material will be damaged when excessive, deformation and. Especially the ceramics is difficult to process it.

[0003] Then, there is no stress and there is an approach which used the anisotropic etching of silicon for the approach of forming the detailed structure. This is explained based on drawing 4 below. Drawing 4 is the sectional view [—izing / the process / the sectional view / the ** type]. A process progresses in order of (1) to (4).

[0004] (1) Prepare a silicon substrate 401. The silicon substrate used for anisotropic etching uses the thing of field bearing (110). As for silicon, an etching rate changes with field bearings. (110) The etching rate of a field is very high about 200 times to it of {111} sides. Processing of a trench can be performed if this is used. A perpendicular slot can be formed if the side face of a slot is made into {111} sides. However, some {111} sides exist in a silicon substrate. In this case, it is in the location where another {111} sides have the include angle of 55 degrees in a surface field (100) so much. Then, if etching progresses, this {111} side will be exposed. Therefore, by this approach, a slot with the perpendicular side attachment wall which opposes, and a side attachment wall with the include angle of 55 degrees is formed. This drawing 4 is the sectional view of a side attachment wall with the include angle of 55 degrees.

[0005] (2) Form the etching-proof pattern 403 by the etching-proof film 402 in the position on a silicon substrate 401. Silicon nitride, diacid-ized silicon, etc. are used for the etching-proof film 403. the

formation approach of this — FOTORISO — by law, it creates in many cases.

[0006] (3) Perform anisotropic etching. Etching is performed by wet etching. As for etchant, KOH is usually used. The part which is not covered with etchant by the etching-proof film 402 of a silicon substrate 401 is removed, and the etching slot 404 is formed. In an etching slot, a side attachment wall with an include angle of 55 degrees appears as mentioned above.

[0007] (4) If etching advances up to silicon substrate 401 base, it penetrates and an etching slot can form a through hole.

[0008] If a silicon substrate becomes thick, as shown in (5), the etching slot 404 cannot penetrate a silicon substrate 401. This will be produced, if it is etched by Fukashi whom a side attachment wall with the include angle of 55 degrees intersects as mentioned above. Therefore, the depth which can be etched is decided with the width of face of an etching slot.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There are some technical problems in the approach by the anisotropic etching of a silicon substrate which was mentioned above.

[0010] There is constraint of the processible configuration by field bearing, a free configuration can be formed, and there is nothing. Since the depth which can be etched is decided with the width of face of an etching slot still as mentioned above. A flute width is narrow and formation of a trench cannot be performed. Moreover, insulation, conductivity, etc. cannot be given to the structure itself at arbitration. In things, the silicon substrate furthermore used for this anisotropic etching has very expensive usual silicon substrate and usual field bearing for semi-conductors. Furthermore, the process which processing takes is complicated, requires an expensive facility, and will become expensive as a result.

[0011] Then, the place which it is made in order that this invention may solve such a trouble, and is made into the technical problem aims at offering how it is thin, and it is a complicated configuration and thickness forms the structure of various metals and the ceramics simple.

[0012]

[Means for Solving the Problem] According to this invention, the formation approach of the structure which becomes the following configurations is offered.

[0013] (1) The process which creates the particle of the ingredient of the structure at least, the process which aerosol-izes said particle in carrier gas, and process which sprays said aerosol on a middle base material, The formation approach of the structure characterized by including the process which removes said middle base material.

[0014] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that thickness is thin and can form the structure of a complicated configuration easily.

[0015] (2) It is the approach characterized by the ingredient of said structure being the ceramics in the formation approach of the structure the above (1).

[0016] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure which is excellent in rigidity, chemical resistance, and thermal resistance can be formed.

[0017] (3) It is the approach characterized by said ceramics being an alumina in the formation approach of the structure the above (2).

[0018] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure of the ceramics can be formed cheaply.

[0019] (4) It is the approach characterized by the ingredient of said ceramics being a zirconia in the formation approach of the structure the above (2).

[0020] According to the above-mentioned configuration, toughness is high and there is outstanding effectiveness that the structure which is hard to damage can be formed.

[0021] (5) It is the approach characterized by the ingredient of said structure being a metal in the formation approach of the structure the above (1).

[0022] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure of the metal of a detailed and complicated configuration can be formed.

[0023] (6) It is the approach characterized by said metal being copper in the formation approach of the structure the above (5).

[0024] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure of comparatively low resistance can be formed cheaply.

[0025] (7) It is the approach characterized by said metal being gold in the formation approach of the structure the above (5).

[0026] According to the above-mentioned configuration, it is low resistance and there is outstanding effectiveness that the stable structure can be formed chemically.

[0027] (8) The approach characterized by said carrier gas being helium in the formation approach of the structure the above (1).

[0028] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that a consistency is high and can form the structure of an ingredient with chemical high activity.

[0029] (9) The approach characterized by said carrier gas being nitrogen in the formation approach of the structure the above (1).

[0030] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure of an ingredient with chemical high activity can be formed cheaply.

[0031] (10) The approach characterized by said carrier gas being air in the formation approach of the structure the above (1).

[0032] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed cheaply.

[0033] (11) It is the approach characterized by performing said aerosol-ization in the formation approach of the structure the above (1) by giving vibration to the particle of the ingredient of the structure in a container, and making it float in carrier gas.

[0034] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0035] (12) The process which sprays said aerosol on a substrate in the formation approach of the structure the above (1) is an approach characterized by carrying out by making the ambient pressure force of a substrate lower than the pressure of carrier gas.

[0036] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0037] (13) The approach characterized by making the ambient pressure force of said substrate below into ordinary pressure in the formation approach of the structure the above (12).

[0038] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0039] (14) The approach characterized by carrying out the pressure of said carrier gas to more than ordinary pressure in the formation approach of the structure the above (12).

[0040] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0041] (15) The formation approach of the structure the above (1) is an approach characterized by said middle base material dissolving with a chemical.

[0042] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0043] (16) The approach characterized by said chemical being a solvent in the formation approach of the structure the above (15).

[0044] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0045] (17) The approach characterized by said middle base material being the organic substance in the formation approach of the structure the above (1).

[0046] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the

structure can be formed simple.

[0047] (18) The approach characterized by said chemical being an acid in the formation approach of the structure the above (15).

[0048] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0049] (19) The approach characterized by said middle base material being a metal in the formation approach of the structure the above (1).

[0050] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0051] (20) The process which removes said middle base material in the formation approach of the structure the above (1) is an approach characterized by removing by dissolving a middle base material with a chemical.

[0052] According to the above-mentioned configuration, there is outstanding effectiveness that the structure can be formed simple.

[0053]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0054] The principle of this invention is first explained using drawing 1. The particle 102 of an ingredient is made to collide by ultra high-speed toward a substrate 103 from a nozzle 101. The particle 102 is floating in carrier gas. A collision transforms into heat energy high in an instant the high kinetic energy which a particle 102 has. This combines a particle 102 and a substrate 103. In this case, most heat energy is used for association and the skin temperature of a substrate 103 hardly rises. The particle which collides with the particle furthermore combined with the substrate 103 is also combined, and the film 104 can be formed.

[0055] The example of equipment based on the above-mentioned principle is explained using drawing 2. A substrate 203 and a nozzle 205 are arranged in the vacuum chamber 201 connected with the vacuum pump 202. The nozzle 205 is connected to the aerosol-ized room 206 where the particle 207 of a transparent electrode ingredient was filled. The aerosol-ized room 206 is connected with the source 208 of carrier gas. By rocking an aerosol-ized room, the aerosol to which a particle 207 floats in carrier gas at the aerosol-ized room 206 is generable. Aerosol serves as the high-speed gas stream 204 from a nozzle 205, and is sprayed on a substrate 203 by the differential pressure of the vacuum chamber 201 and the source 208 of carrier gas. A particle becomes the same speed as a gas stream, to a substrate 203, collides and is formed. Next, while moving a nozzle in the direction of arbitration, the structure of a complicated configuration can be formed by controlling jet of KYARIAGASU ** to arbitration.

[0056] The example of the approach by the equipment mentioned above is explained along with drawing 3. Drawing 3 is a sectional view which explains a process in order of (1) – (5).

[0057] (1) Prepare the middle base material 301.

[0058] (2) Perform first membrane formation 302. Jet of the aerosol from a nozzle is performed continuously (covering the large field on a substrate).

[0059] (3) Perform membrane formation 303 of a two-times eye. The intermission of the jet of the aerosol from a nozzle is carried out. The part which is not used as the part-formed is made and it is **. It becomes the configuration which the stage attached.

[0060] (4) Perform third membrane formation 304. Jet of aerosol is controlled so that membranes are formed by a part of part formed by the two-times eye.

[0061] (5) Remove the middle base material 301. The structure 305 on a stairway can be formed.

[0062]

[Example] The above-mentioned approach by this invention is explained in accordance with a concrete example below.

[0063] (Example 1) In the inert gas of the low vacuum of 10 to 1 or more Torrs, if heating evaporation of

the gold is carried out by resistance-wire heating, electron beam heating, high-frequency induction heating, sputtering, an arc plasma, etc., an ultrafine particle [very activity / front face / 0.1 micrometers or less / particle diameter] will be formed. For example, the approach by high-frequency heating supplies power to the high-frequency-induction-heating equipment which consists of an evaporator and a power supply section, and is made to float in introductory gas using the magnetic repulsive force of the magnetic flux produced in an evaporation material according to the induced current, and the magnetic flux produced according to the high frequency current, melting evaporation is carried out in the clean condition, and particle size makes a particle 0.1 micrometers or less generate. Thus, the trap of the formed particle is carried out, gaseous helium is filled, and the aerosol of a golden particle is generated. Next, aerosol is spouted through a nozzle to the vacuum chamber on which the middle substrate was put. At high speed, a golden particle collides, is deposited on a middle base material, and serves as film. A nozzle or a middle base material is moved to arbitration, and the deposit of the configuration of arbitration is created. The middle base material used polyester resin. However [especially], it is not limited to this. The middle base material which the deposit attached is dipped in the solvent which dissolves polyester resin like an acetone. A middle base material is removed and the structure can be created. The copper structure can also be formed by the same approach. Although an electrical property is inferior to gold in copper, it is cheap and the components of the complicated configuration which requires conductivity can be offered cheaply. It is possible even if it furthermore uses not gaseous helium but nitrogen gas. However, since nitrogen is an atom heavier than helium, the speed spouted from a nozzle becomes slow and a membrane formation rate becomes low. However, it is cheaper than helium.

[0064] (Example 2) The particle of an alumina with a diameter of 0.2 micrometers is prepared. The method of especially manufacture of this being limited, and grinding and classifying not an object but bulk etc. is used. Next, the container which gave the alumina particle is filled with the compressed air. In the case of a metal, activity is high and it reacts with oxygen, but ceramics like an alumina does not react. The compressed air can be supplied very cheaply. By vibrating this container, an alumina particle floats and aerosol is made. Next, a particle is made to deposit by the approach same to an iron middle substrate as an example 1. Next, it dips in the chemical which dissolves the iron of an acid like a ferric-chloride solution, and the structure is formed. If a metal is used for a middle base material, it will become possible to add heat treatment to a deposit. When a ceramic particle is used, the stress in the case of deposition may deform greatly. Stress is eased by heat-treating. Moreover, a zirconia can also form the structure by the same approach. Toughness of a zirconia is higher than an alumina and it is suitable for components with thin thickness.

[0065]

[Effect of the Invention] As stated above, according to this invention, the fine structure object of complicated structure can be manufactured with simple equipment at low temperature.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing which explains the approach of this invention in accordance with the principle.

[Drawing 2] Drawing explaining 1 operation gestalt of the equipment configuration used by this invention.

[Drawing 3] The sectional view for explaining 1 operation gestalt of the approach of this invention in accordance with the process.

[Drawing 4] The sectional view for explaining an example at the time of using the anisotropic etching of silicon for the approach of forming the detailed structure in accordance with the process.

[Description of Notations]

101. Nozzle

102. Particle

103. Substrate

104. Film

201. Vacuum Chamber

202. Vacuum Pump

203. Substrate

204. High-speed Gas Stream

205. Nozzle

206. Aerosol-ized Room

207. Particle

208. Source of Carrier Gas

301. Middle Base Material

302. First membrane formation

303. Membrane formation of a two-times eye

304. Third membrane formation

305. Structure

401. Silicon Substrate

402. Etching-proof Film

403. Etching-proof Pattern

404. Etching Slot

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-219400

(P2001-219400A)

(43) 公開日 平成13年8月14日 (2001.8.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
B 8 1 C 1/00		B 8 1 C 1/00	4 G 0 7 5
B 0 1 J 19/00		B 0 1 J 19/00	K 4 K 0 4 4
C 2 3 C 26/00		C 2 3 C 26/00	B

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-32283 (P2000-32283)

(22) 出願日 平成12年2月9日 (2000.2.9)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 白井 隆寛

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

Fターム (参考) 4G075 AA24 AA27 AA30 BB03 BB08

BB10 BC06 BD11 BD26 CA05

CA51 CA57 FB02 FB04

4K044 AA11 AB02 BA06 BA08 BA12

BA13 BB04 BB10 CA23 CA29

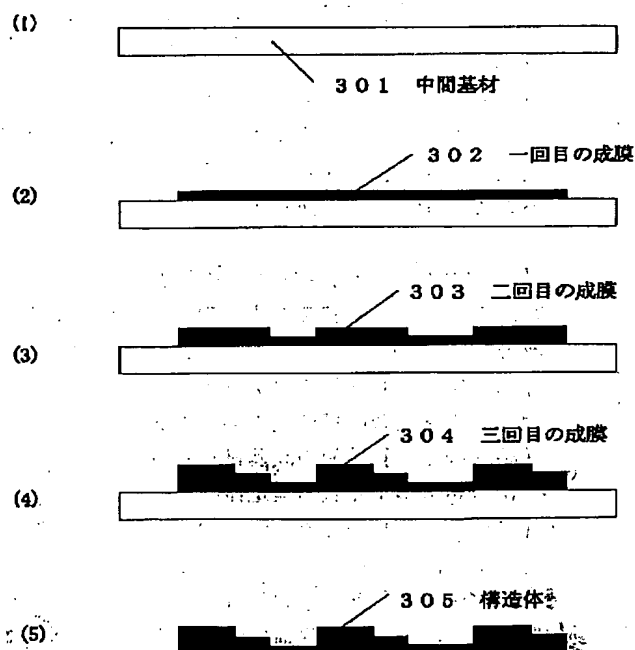
CA62

(54) 【発明の名称】 構造体の形成方法

(57) 【要約】

【課題】種々の材料の構造体を、肉厚が薄く、複雑で微細な形状、かつ簡便に形成する。

【解決手段】中間基材301上に一回目の成膜302を行う。ノズルからのエアロゾルの噴出は連続して行われる。二回目の成膜303を行う。ノズルからのエアロゾルの噴出は間欠する。成膜される部分とされない部分ができ、段がついた形状になる。三回目の成膜304を行う。二回目に成膜された部分の一部に成膜されるようにエアロゾルの噴出を制御する。中間基材301を除去する。階段状の構造物305が形成できる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】すくなくとも構造体の材料の微粒子を作成する工程、前記微粒子をキャリアガス中にエアロゾル化する工程、前記エアロゾルを中間基材に吹きつける工程、前記中間基材を除去する工程を含むことを特徴とする構造体の形成方法。

【請求項2】前記構造体の材料はセラミックスであることを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項3】前記セラミックスはアルミナであることを特徴とする請求項2記載の構造体の形成方法。

【請求項4】前記セラミックスの材料はジルコニアであることを特徴とする請求項2記載の構造体の形成方法。

【請求項5】前記構造体の材料は金属であることを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項6】前記金属は銅であることを特徴とする請求項5記載の構造体の形成方法。

【請求項7】前記金属は金であることを特徴とする請求項5記載の構造体の形成方法。

【請求項8】前記キャリアガスがヘリウムであることを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項9】前記キャリアガスが窒素であることを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項10】前記キャリアガスが空気であることを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項11】前記エアロゾル化は容器中の構造体の材料の微粒子に振動を与えキャリアガス中に浮遊させることにより行うことを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項12】前記エアロゾルを基板に吹きつける工程は、基板の雰囲気圧力をキャリアガスの圧力より低くすることにより行うことを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項13】前記基板の雰囲気圧力を常圧以下とすることを特徴とする請求項12記載の構造体の形成方法。

【請求項14】前記キャリアガスの圧力を常圧以上とすることを特徴とする請求項12記載の構造体の形成方法。

【請求項15】前記中間基材が薬品により溶解し得る材料からなることを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項16】前記薬品が溶剤であることを特徴とする請求項15記載の構造体の形成方法。

【請求項17】前記中間基材が有機物であることを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項18】前記薬品が酸であることを特徴とする請求項15記載の構造体の形成方法。

【請求項19】前記中間基材が金属であることを特徴とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【請求項20】前記中間基材を除去する工程は、中間基材を薬品により溶解することにより除去することを特徴

とする請求項1記載の構造体の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は構造体の形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、種々の形状、材料の構造体を形成する技術には多様な方法が行われている。そのなかでも肉厚が薄く、微細かつ複雑な形状の構造体を形成する技術がマイクロマシン、光学デバイス等の応用をめざして開発がなされている。研削、切削等の機械加工では微細な形状の加工が困難であり、加工時に被加工材に応力が加わる。その結果、被加工材は変形、はなはだしい場合は破損してしまう。とくにセラミックスは加工が困難である。

【0003】そこで、応力がなく、微細な構造体を形成する方法にシリコンの異方性エッチングを利用した方法がある。以下にこれを図4をもとに説明する。図4は工程を模式化した断面図である。(1)から(4)の順に工程が進む。

【0004】(1)シリコン基板401を準備する。異方性エッチングに使用するシリコン基板は面方位(110)のものを用いる。シリコンは面方位によりエッチングレートが異なる。(110)面のエッチングレートは{111}面のそれにたいして200倍ほど高い。これを利用すると深い溝の加工ができる。溝の側面を{111}面にすると、垂直の溝を形成できる。ただし、シリコン基板内に{111}面はいくつか存在する。この場合には別の{111}面が表面の(100)面にたいして55°の角度をもつ位置にある。そこでエッチングが進むと、この{111}面が露出する。したがってこの方法では対抗する垂直の側壁と55°の角度を持つ側壁をもつ溝が形成される。本図4は55度の角度をもつ側壁の断面図である。

【0005】(2)シリコン基板401上の所定の位置に耐エッチング膜402による耐エッチングパターン403を形成する。耐エッチング膜403には窒化シリコン、二酸化シリコン等が用いられる。これの形成方法はフォトリソ法により、作成する場合が多い。

【0006】(3)異方性エッチングを行う。エッチングは湿式エッチングで行われる。エッチャントは通常KOHが使われる。エッチャントによりシリコン基板401の耐エッチング膜402に被覆されていない部分が除去され、エッチング溝404が形成される。エッチング溝には前述のように55°の角度の側壁が現れる。

【0007】(4)エッチングがシリコン基板401底面まで進行すると、エッチング溝は貫通し、貫通穴が形成できる。

【0008】シリコン基板が厚くなると(5)に示すようにエッチング溝404はシリコン基板401を貫通で

(3)

きない。これは前述したように55°の角度を持つ側壁が交差する深さまでエッチングされると、生じる。したがってエッチング溝の幅により、エッチングできる深さは決められる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したような、シリコン基板の異方性エッチングによる方法にはいくつかの課題がある。

【0010】面方位による加工できる形状の制約があり、自由な形状の形成できない。さらに前述のようにエッチング溝の幅により、エッチングできる深さは決められるため。溝幅が狭く深い溝の形成ができない。また構造体自体に絶縁性、導電性等を任意に持たすことができない。さらにこの異方性エッチングに用いるシリコン基板は通常の半導体用のシリコン基板と面方位がことなり、非常に高価である。さらに、加工に要する工程が複雑であり、高価な設備を要し、結果として高価なものになる。

【0011】そこで本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、その課題とするところは、様々な金属、セラミックスの構造体を、肉厚が薄く、複雑な形状でかつ簡便に形成する方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、下記のような構成になる構造体の形成方法が提供される。

【0013】(1) 少なくとも構造体の材料の微粒子を作成する工程、前記微粒子をキャリアガス中にエアロゾル化する工程、前記エアロゾルを中間基材に吹きつける工程、前記中間基材を除去する工程を含むことを特徴とする構造体の形成方法。

【0014】上記構成によれば、肉厚が薄く、複雑な形状の構造体を容易に形成できるという優れた効果がある。

【0015】(2) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記構造体の材料はセラミックスであることを特徴とする方法。

【0016】上記構成によれば、剛性、耐薬品性、耐熱性に優れた構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0017】(3) 上記(2)の構造体の形成方法において、前記セラミックスはアルミナであることを特徴とする方法。

【0018】上記構成によれば、セラミックスの構造体を安価に形成できるという優れた効果がある。

【0019】(4) 上記(2)の構造体の形成方法において、前記セラミックスの材料はジルコニアであることを特徴とする方法。

【0020】上記構成によれば、靱性が高く、破損しにくい構造体を形成できるという優れた効果がある。

4

【0021】(5) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記構造体の材料は金属であることを特徴とする方法。

【0022】上記構成によれば、微細かつ複雑な形状の金属の構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0023】(6) 上記(5)の構造体の形成方法において、前記金属は銅であることを特徴とする方法。

【0024】上記構成によれば、比較的低抵抗の構造体を安価に形成できるという優れた効果がある。

10 【0025】(7) 上記(5)の構造体の形成方法において、前記金属は金であることを特徴とする方法。

【0026】上記構成によれば、低抵抗でかつ化学的に安定な構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0027】(8) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記キャリアガスがヘリウムであることを特徴とする方法。

【0028】上記構成によれば、密度が高く、化学的な活性の高い材料の構造体を形成できるという優れた効果がある。

20 【0029】(9) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記キャリアガスが窒素であることを特徴とする方法。

【0030】上記構成によれば化学的な活性の高い材料の構造体を安価に形成できるという優れた効果がある。

【0031】(10) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記キャリアガスが空気であることを特徴とする方法。

【0032】上記構成によれば、安価に構造体を形成できるという優れた効果がある。

30 【0033】(11) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記エアロゾル化は容器中の構造体の材料の微粒子に振動を与えキャリアガス中に浮遊させることにより行うことを特徴とする方法。

【0034】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0035】(12) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記エアロゾルを基板に吹きつける工程は、基板の雰囲気圧力をキャリアガスの圧力より低くすることにより行うことを特徴とする方法。

40 【0036】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0037】(13) 上記(12)の構造体の形成方法において、前記基板の雰囲気圧力を常圧以下とすることを特徴とする方法。

【0038】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0039】(14) 上記(12)の構造体の形成方法において、前記キャリアガスの圧力を常圧以上とすることを特徴とする方法。

50 【0040】上記構成によれば、簡便に構造体を形成で

(4)

5

きるという優れた効果がある。

【0041】(15) 上記(1)の構造体の形成方法は、前記中間基材が薬品により溶解し得ることを特徴とする方法。

【0042】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0043】(16) 上記(15)の構造体の形成方法において、前記薬品が溶剤であることを特徴とする方法。

【0044】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0045】(17) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記中間基材が有機物であることを特徴とする方法。

【0046】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0047】(18) 上記(15)の構造体の形成方法において、前記薬品が酸であることを特徴とする方法。

【0048】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0049】(19) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記中間基材が金属であることを特徴とする方法。

【0050】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0051】(20) 上記(1)の構造体の形成方法において、前記中間基材を除去する工程は、中間基材を薬品により溶解することにより除去することを特徴とする方法。

【0052】上記構成によれば、簡便に構造体を形成できるという優れた効果がある。

【0053】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0054】まず本発明の原理を図1を用いて説明する。材料の微粒子102をノズル101より基板103に向かって超高速で衝突させる。微粒子102はキャリアガス中に浮遊している。衝突すると微粒子102のもつ高い運動エネルギーは瞬時に高い熱エネルギーに変換される。これにより微粒子102と基板103は結合する。この際に熱エネルギーは殆ど結合に使用され、基板103の表面温度はほとんど上昇しない。さらに基板103と結合した微粒子に衝突する微粒子も結合し、膜104が形成できる。

【0055】上記の原理に基づいた装置の例を図2を用いて説明する。真空ポンプ202と接続された真空チャンバー201内に基板203とノズル205が配置される。ノズル205は透明電極材料の微粒子207が満たされたエアロゾル化室206に接続されている。エアロゾル化室206はキャリアガス源208と接続してい

6

る。エアロゾル化室を揺動することにより、エアロゾル化室206でキャリアガス中に微粒子207が浮遊するエアロゾルを生成できる。真空チャンバー201とキャリアガス源208の圧力差により、エアロゾルはノズル205から高速のガス流204となり基板203に吹きつけられる。微粒子はガス流と同じ速さになり、基板203に衝突し、成膜する。次にノズルを任意の方向に移動すると同時に、キャリアガスをの噴出を任意に制御することにより複雑な形状の構造物を形成できる。

【0056】上述した装置による方法の例を図3に沿って説明する。図3は工程を(1)～(5)の順で説明する断面図である。

【0057】(1) 中間基材301を準備する。

【0058】(2) 一回目の成膜302を行う。ノズルからのエアロゾルの噴出は連続して(基板上の広い領域に亘って)行われる。

【0059】(3) 二回目の成膜303を行う。ノズルからのエアロゾルの噴出は間欠する。成膜される部分とされない部分ができ、段がついた形状になる。

【0060】(4) 三回目の成膜304を行う。二回目に成膜された部分の一部に成膜されるようにエアロゾルの噴出を制御する。

【0061】(5) 中間基材301を除去する。階段上の構造物305が形成できる。

【0062】

【実施例】以下に本発明による上記方法を具体的な実施例に沿って説明する。

【0063】(実施例1) 10-1Torr以上の低真空の不活性ガス中で、金を抵抗線加熱、電子ビーム加熱、高周波誘導加熱、スパッタリング、アークプラズマ等で加熱蒸発させると、粒子径が0.1 μm 以下の表面が非常に活性な超微粒子が形成される。例えば高周波加熱による方法は蒸発部と電源部からなる高周波誘導加熱装置に電力を投入し、誘導電流により蒸発材料に生じる磁束と高周波電流により生じる磁束との磁気的反発力を利用して導入ガス中に浮遊させ、クリーンな状態で熔融蒸発させ、粒径が0.1 μm 以下の微粒子を生成させる。このように形成された微粒子をトラップし、ヘリウムガスを満たし、金微粒子のエアロゾルが生成される。次にエアロゾルを中間基材が置かれた、真空チャンバーへノズルを介して噴出する。金の微粒子は高速で中間基材に衝突し、堆積し、膜となる。ノズルあるいは中間基材を任意に移動し、任意の形状の堆積物を作成する。中間基材はポリエステル樹脂を用いた。ただし特にこれに限定されるものではない。堆積物のついた中間基材をアセトンのようなポリエステル樹脂を溶解する溶剤にひたす。中間基材が除去され、構造物が作成できる。同様な方法で銅の構造体も形成できる。銅は金よりも電気特性は劣るが、安価であり、導電性を要する複雑な形状の部品を安価に提供できる。さらにヘリウムガスでなく、窒素ガス

(5)

7

を用いても可能である。ただし窒素はヘリウムよりも重い原子であるので、ノズルから噴出するスピードが遅くなり、成膜速度は低くなる。ただしヘリウムより安価である。

【0064】（実施例2）直径0.2 μm のアルミナの微粒子を用意する。これの製造は特に限定され物ではなく、バルクを粉碎、分級する方法等が用いられる。次にアルミナ微粒子を持たした容器を圧縮空気のみたす。金属の場合は活性が高く酸素と反応するが、アルミナのようなセラミックスは反応しない。圧縮空気は非常に安価に供給できる。この容器を振動させることにより、アルミナ微粒子が浮遊し、エアロゾルができる。次に鉄の中間基板に実施例1と同様の方法で微粒子を堆積させる。次に塩化第二鉄溶液のような酸の鉄を溶解する薬品にひたし、構造物を形成する。金属を中間基材に使用すると堆積物に熱処理を加えることが可能となる。セラミックス微粒子を用いると、堆積の際の応力が大きく変形することがある。熱処理することにより応力が緩和される。また同様な方法でジルコニアでも構造体を形成できる。ジルコニアはアルミナよりも靱性が高く、肉厚が薄い部

品に適している。

【0065】

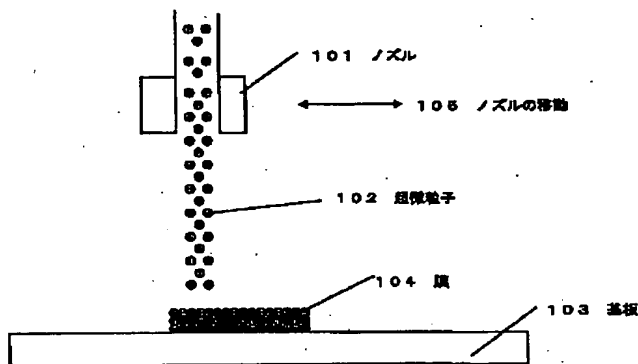
【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、複雑な構造の微細構造体を低温で、簡便な装置により製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法をその原理に沿って説明する図。

【図2】本発明で用いる装置構成の一実施形態を説明す

【図1】



8

る図。

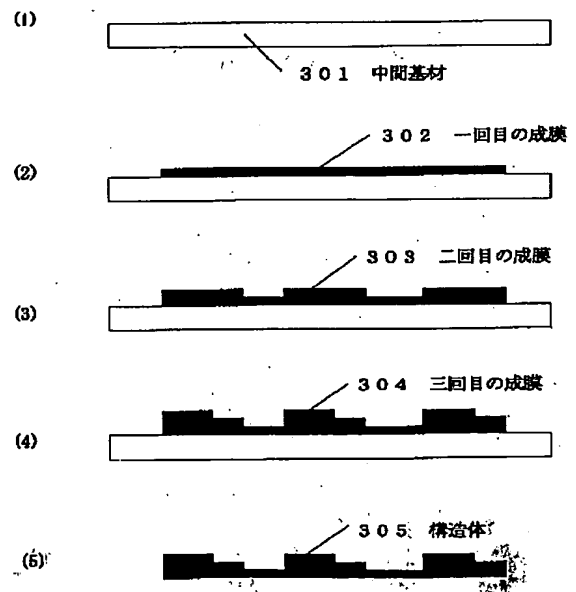
【図3】本発明の方法の一実施形態をその工程に沿って説明するための断面図。

【図4】微細な構造体を形成する方法にシリコンの異方性エッチングを利用した場合の一例をその工程に沿って説明するための断面図。

【符号の説明】

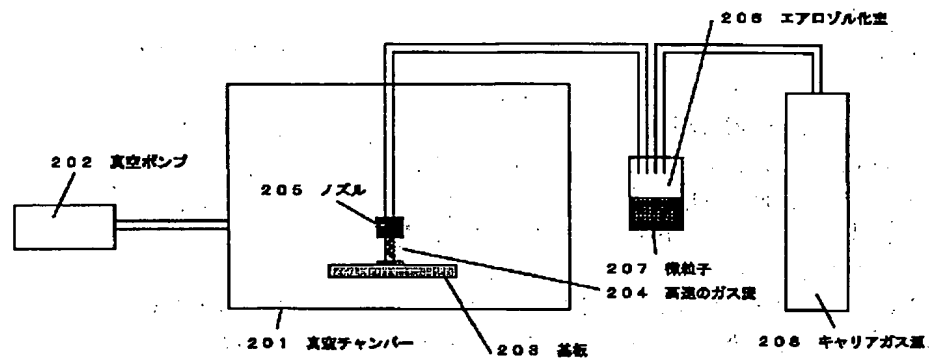
- 101. ノズル
- 102. 微粒子
- 103. 基板
- 104. 膜
- 201. 真空チャンバー
- 202. 真空ポンプ
- 203. 基板
- 204. 高速のガス流
- 205. ノズル
- 206. エアロゾル化室
- 207. 微粒子
- 208. キャリアガス源
- 301. 中間基材
- 302. 一回目の成膜
- 303. 二回目の成膜
- 304. 三回目の成膜
- 305. 構造体
- 401. シリコン基板
- 402. 耐エッチング膜
- 403. 耐エッチングパターン
- 404. エッチング溝

【図3】



(6)

【図2】



【図4】

